



Comisión sobre la Utilización del Espacio**Ultraterrestre con Fines Pacíficos****Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos****45º período de sesiones**

Viena, 11 a 22 de febrero de 2008

Tema 11 del programa provisional*

Utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre**Proyecto de marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre****Nota de la Secretaría ****

1. En su 44º período de sesiones, celebrado en Viena del 12 al 23 de febrero de 2007, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión de las Naciones Unidas sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos hizo suya la recomendación de su Grupo de Trabajo sobre la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre de que, a fin de preparar y publicar el marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre, se estableciera una asociación entre la Subcomisión y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) mediante la creación de un grupo mixto de expertos compuesto por representantes de la Subcomisión y del OIEA (A/AC.105/890, párr. 113).
2. El grupo mixto de expertos celebró en 2007 dos reuniones y cierto número de consultas entre períodos de sesiones a fin de elaborar un proyecto de marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.
3. En el presente documento figura un proyecto de marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre.

* A/AC.105/C.1/L.293.

** El presente documento es traducción de un texto que no ha pasado por los servicios de edición.



Proyecto de marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre (Revisión D, 10 de diciembre de 2007)

Prólogo

Tradicionalmente, las fuentes de energía nuclear utilizadas en el espacio ultraterrestre se han desarrollado e instalado en aplicaciones espaciales en que los requisitos específicos de la misión y las limitaciones relativas a la energía eléctrica y la gestión térmica excluían el uso de fuentes de energía no nucleares. Entre esas misiones han figurado las interplanetarias a los límites exteriores del sistema solar, para las que no eran adecuados paneles solares como fuente de energía eléctrica a causa de la larga duración de las misiones a gran distancia del Sol. De acuerdo con los conocimientos y medios actuales, las fuentes de energía nuclear en el espacio son la única opción de alimentación energética que existe para llevar a cabo algunas misiones espaciales y para ampliar considerablemente otras. Varias misiones en curso y otras previsibles no podrían realizarse sin utilizar esas fuentes. Los diseños de las fuentes de energía nuclear utilizadas en el espacio ultraterrestre se han basado en sistemas de radioisótopos (por ejemplo, los generadores termoeléctricos radioisotópicos) y de reactores nucleares. Además, se han utilizado pequeños calentadores de radioisótopos para la calefacción local de componentes de naves espaciales. Se prevén reactores con fines de potencia o propulsión para misiones científicas y de exploración, concretamente a la Luna, Marte y otros destinos del sistema solar. Cabe también prever misiones en la órbita terrestre que exigirán mucha energía (por ejemplo, misiones de comunicaciones y de remolcadores espaciales interorbitales). La presencia de materiales radiactivos o combustibles nucleares en las fuentes de energía nuclear que se utilizan en el espacio y la posibilidad de daños a las personas y al medio ambiente en la biosfera de la Tierra supone que la seguridad debe ser siempre un elemento inherente a su diseño y aplicación.

Tratándose de fuentes de energía nuclear destinadas a aplicaciones en el espacio ultraterrestre se han de tener en cuenta factores de seguridad singulares que difieren de los de las aplicaciones terrestres. A diferencia de muchas aplicaciones nucleares terrestres, las aplicaciones espaciales suelen utilizarse con poca frecuencia y sus requisitos pueden variar bastante según la misión específica. Los requisitos de lanzamiento y de funcionamiento en el espacio ultraterrestre de las misiones imponen limitaciones de tamaño y masa, así como de otra índole vinculadas al entorno espacial que no se plantean en muchas instalaciones nucleares terrestres. En el caso de ciertas aplicaciones, las fuentes de energía nuclear en el espacio deben funcionar con autonomía a distancias muy grandes de la Tierra en entornos rigurosos. Debido a la posibilidad de accidentes como consecuencia de fallos de lanzamiento y reentrada por inadvertencia, las fuentes de energía nuclear pueden verse expuestas a condiciones extremas. Estos y otros factores de seguridad exclusivos de la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio difieren considerablemente de los aplicables a los sistemas nucleares terrestres y no se abordan en las directrices de seguridad relativas a las aplicaciones nucleares terrestres.

Tras un período de examen y preparación iniciales, la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos de la Comisión de las Naciones Unidas sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos y el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA) convinieron en asociarse en 2007 con la finalidad de elaborar un marco de seguridad para la utilización en condiciones de seguridad de las fuentes de energía nuclear en las aplicaciones espaciales. Tal asociación reúne los conocimientos especializados de la Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos sobre la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio y los arraigados procedimientos del OIEA para formular normas de seguridad relativas a la seguridad nuclear y la protección radiológica de las aplicaciones terrestres. El Marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre representa el consenso técnico de ambas organizaciones.

El Marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre tiene por objeto servir de guía para fines nacionales. Como tal, ofrece orientación de aplicación voluntaria y no es jurídicamente vinculante en virtud del derecho internacional.

El Marco de seguridad relativo a las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio ultraterrestre no es un documento que forme parte de la colección de Normas de Seguridad del OIEA, sino que servirá para complementar esa colección proporcionando orientación de alto nivel que aborde factores de seguridad propios de las fases pertinentes de lanzamiento, funcionamiento y disposición al final del servicio de las fuentes de energía nuclear en el espacio. Este marco tiene por objeto servir de complemento a la orientación y normas de seguridad nacionales e internacionales existentes relativas a las actividades en tierra que comportan el diseño, la fabricación, el ensayo y el transporte de fuentes de energía nuclear en el espacio.

El tema central del marco es proteger a las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra de los riesgos potenciales vinculados a las fases pertinentes de lanzamiento, funcionamiento y disposición al final del servicio de misiones de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Como tal, la protección en el espacio de los seres humanos que participan en la fase de funcionamiento de las misiones que utilizan aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio supera el ámbito del presente marco.

La Subcomisión de Asuntos Científicos y Técnicos y el OIEA manifiestan su agradecimiento a quienes prestaron asistencia en la redacción y revisión de este texto y durante el proceso que culminó en el consenso.

Índice

	<i>Página</i>
1. Introducción	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Finalidad	5
1.3. Ámbito	6
2. Objetivo de seguridad	6
3. Elementos gubernamentales	7
3.1. Política, prescripciones, y procesos en materia de seguridad	7
3.2. Justificación de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio	7
3.3. Autorización del lanzamiento de la misión	8
3.4. Grado de preparación y respuesta en casos de emergencia	8
4. Elementos de administración	8
4.1. Responsabilidad de la seguridad	9
4.2. Dirección y gestión al servicio de la seguridad	9
5. Elementos técnicos	10
5.1. Competencia técnica en seguridad nuclear	10
5.2. Seguridad en el diseño y el desarrollo	11
5.3. Evaluación de los riesgos	11
5.4. Mitigación de las consecuencias de accidentes	12
6. Glosario de terminología	12

1. Introducción

1.1. Antecedentes

Las fuentes de energía nuclear utilizadas en el espacio ultraterrestre se han desarrollado e instalado en naves espaciales en que los requisitos específicos de la misión y las limitaciones relativas a la energía eléctrica y la gestión térmica excluían el uso de fuentes de energía no nucleares. Entre esas misiones han figurado las interplanetarias a los límites exteriores del sistema solar, para las que no eran adecuados paneles solares como fuente de energía eléctrica a causa de la larga duración de las misiones a gran distancia del Sol.

Los diseños de las fuentes de energía nuclear utilizadas en el espacio se han basado en sistemas energéticos de radioisótopos (incluidos los generadores termoeléctricos radioisotópicos y las calefacciones radioisotópicas) y los sistemas de reactores nucleares. Los sistemas generadores radioisotópicos se utilizan en la actualidad y se prevé que continúe su utilización. Las misiones previsibles a Marte que emprendan los organismos espaciales podrían llevar fuentes de energía radioisotópicas en el

espacio. Se considera la utilización de reactores de potencia o propulsión para las misiones científicas y de exploración, concretamente a la Luna, Marte y otros destinos en el sistema solar. Cabe también prever que se utilicen reactores nucleares en las misiones en órbita terrestre que exijan mucha potencia (por ejemplo, misiones de comunicaciones y de remolcadores espaciales interorbitales, entre otras). De acuerdo con los conocimientos y los medios actuales, las fuentes de energía nuclear en el espacio son la única opción de alimentación energética que existe para llevar a cabo algunas misiones espaciales y para ampliar considerablemente otras. Varias misiones en curso y otras previsibles no podrían realizarse sin utilizar esas fuentes.

Los entornos de condiciones normales de funcionamiento y de posibles accidentes en el caso de las aplicaciones de las fuentes de energía nuclear en el espacio, desde el lanzamiento hasta la disposición al final del servicio difieren radicalmente de las condiciones imperantes en el caso de las aplicaciones terrestres. Los entornos del lanzamiento y el espacio ultraterrestre determinan criterios de seguridad muy diferentes para el diseño y la explotación de fuentes de energía nuclear en el espacio. Además, cada misión espacial exige la aplicación de conceptos de diseño específicos para las fuentes de energía nuclear, las naves espaciales, los sistemas de lanzamiento y las operaciones de la misión.

La presencia de materiales radiactivos o combustibles nucleares en las fuentes de energía nuclear que se utilizan en el espacio y la posibilidad de daños a las personas y al medio ambiente en la biosfera de la Tierra a consecuencia de un accidente suponen que la seguridad ha de ser siempre un elemento inherente a su diseño y aplicación. Reviste importancia reconocer que la seguridad (es decir, la protección de las personas y el medio ambiente¹ ha de centrarse en la aplicación en su conjunto y no simplemente en el componente de la fuente de energía nuclear en el espacio. Todos los elementos de la aplicación podrían influir en los aspectos nucleares de la seguridad. Por consiguiente, la seguridad debe abordarse en el contexto de toda la aplicación de una fuente de energía solar en el espacio, que comprende la fuente de energía solar en el espacio, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el plan de misión, las reglas de vuelo y otros elementos pertinentes.

1.2. Finalidad

La finalidad del presente documento es la de facilitar orientación de alto nivel consistente en un marco de seguridad modelo, que facilita la base para la elaboración de marcos de seguridad nacionales e intergubernamentales internacionales y al mismo tiempo permite flexibilidad para adaptar esos marcos a aplicaciones y estructuras orgánicas específicas de fuentes de energía nuclear en el espacio. Los marcos nacionales e intergubernamentales internacionales de esa índole deben incluir elementos técnicos y programáticos para mitigar los riesgos dimanantes de la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio. La implantación de dichos marcos daría confianza al público mundial de que las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio se lanzarían y utilizarían en condiciones de seguridad, y podría facilitar la cooperación bilateral y multilateral en misiones espaciales que utilicen fuentes de energía nuclear. La orientación refleja un consenso internacional sobre las medidas necesarias para lograr la seguridad y está

¹ En el presente documento la frase “las personas y el medio ambiente” ha de entenderse como sinónima de la frase “las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra”.

destinada tanto a sistemas de energía radioisotópicos como a sistemas de reactores nucleares.

1.3. Ámbito

El marco se centra en la seguridad de las fases pertinentes de lanzamiento, funcionamiento y disposición al final del servicio de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Se facilita orientación de alto nivel sobre los aspectos programáticos y técnicos de la seguridad, incluidos el diseño y la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio. No obstante, la utilización detallada de esta orientación depende del diseño y la aplicación concretos. La orientación que se brinda en el presente marco complementaría las normas existentes que se refieren a otros aspectos de la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio. Por ejemplo, las actividades que se desarrollan durante la fase terrestre de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, como el desarrollo, el ensayo, la fabricación, la manipulación y el transporte, se abordan en normas nacionales e internacionales relativas a instalaciones y actividades nucleares terrestres. Igualmente, los aspectos de las fuentes de energía nuclear en el espacio no relacionados con la seguridad nuclear se abordan en las normas de seguridad de gobiernos nacionales y organizaciones intergubernamentales internacionales (por ejemplo, un organismo espacial regional) correspondientes a esos aspectos.

El presente marco de seguridad no se ocupa de fuentes pequeñas de radiación utilizadas en instrumentos científicos. Sin embargo, el marco sería aplicable a las misiones que utilicen grandes cantidades de esas fuentes. Además, la protección de los seres humanos que intervienen en la fase operacional de misiones que utilicen aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio trasciende del ámbito del presente marco.

2. Objetivo de seguridad

El objetivo fundamental de seguridad es proteger a las personas y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra de los posibles peligros vinculados a las fases pertinentes de lanzamiento, funcionamiento y disposición al final del servicio de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

Los gobiernos y organizaciones encargados de autorizar, aprobar o llevar a cabo aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio deben adoptar medidas para garantizar que el riesgo para las personas (individual y colectivamente) y el medio ambiente en la biosfera de la Tierra sea el más bajo que pueda razonablemente alcanzarse sin limitar indebidamente los usos beneficiosos de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

Para alcanzar el objetivo fundamental de seguridad, es preciso desempeñar una serie de funciones en el caso de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio. Dichas funciones se agrupan en las tres categorías siguientes: elementos gubernamentales, elementos de administración, y elementos técnicos.

En el primer grupo de funciones, los elementos gubernamentales (sección 3), se especifican las funciones que incumben a los gobiernos y las organizaciones intergubernamentales internacionales competentes encargadas de autorizar, aprobar

o realizar misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio. El segundo, los elementos de administración (sección 4), brinda orientación a la administración de la organización que lleva a cabo misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio. El tercer grupo, los elementos técnicos (sección 5), aporta orientación técnica que guarda relación con las fases de diseño, desarrollo, y misión de una aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio.

3. Elementos gubernamentales

En la presente sección se facilita orientación y se señalan las funciones que deben desempeñar los gobiernos y las organizaciones intergubernamentales internacionales (por ejemplo, los organismos espaciales regionales) encargados de autorizar, aprobar o realizar misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio. Entre las funciones gubernamentales figuran el establecimiento de políticas, prescripciones y procesos en materia de seguridad; velar por que se cumplan dichas políticas, prescripciones y procesos; garantizar que la justificación para utilizar una fuente de energía nuclear en el espacio sea aceptable al compararla con otras alternativas; establecer un proceso oficial de autorización del lanzamiento de una misión; y preparar la respuesta en caso de emergencia. En el caso de misiones multinacionales o multiinstitucionales, los instrumentos rectores deberán definir con claridad la asignación de dichas funciones.

3.1. Política, prescripciones, y procesos en materia de seguridad

Los gobiernos encargados de autorizar, aprobar o realizar misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio deben establecer políticas, prescripciones y procesos en materia de seguridad.

Los gobiernos nacionales y las organizaciones intergubernamentales internacionales competentes encargadas de autorizar, aprobar o realizar misiones con fuentes de energía nuclear en el espacio, tanto si las actividades son llevadas a cabo por organismos gubernamentales o por entidades no gubernamentales, deben establecer políticas, prescripciones y procesos, y garantizar su cumplimiento, para alcanzar el objetivo fundamental de seguridad y cumplir sus prescripciones de seguridad.

3.2. Justificación de las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio

La razón de ser de la misión para utilizar aplicaciones de fuente de energía nuclear en el espacio debe ser pertinente.

Las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio pueden plantear riesgos para las personas y el medio ambiente. Por este motivo, el/los gobierno(s) y las organizaciones intergubernamentales internacionales encargados de autorizar, aprobar o realizar la misión con fuentes de energía nuclear en el espacio deben velar por que la razón de ser para la aplicación de la fuentes de energía nuclear en el espacio sea aceptable en comparación con otras alternativas. Al efectuar la determinación, se deben tener en cuenta los beneficios y los riesgos para las personas y el medio ambiente durante las correspondientes fases de lanzamiento, funcionamiento y disposición al final del servicio de la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio.

3.3. Autorización del lanzamiento de la misión

Debe establecerse y mantenerse un proceso de autorización del lanzamiento de la misión en el caso de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

El gobierno del país que supervise y autorice las operaciones de lanzamiento de misiones portadoras de fuentes de energía nuclear en el espacio debe establecer un proceso de autorización del lanzamiento que se concentre en los aspectos de la seguridad nuclear. Dicho proceso incluiría una evaluación de toda la información y las consideraciones pertinentes de las demás organizaciones participantes. El proceso de autorización del lanzamiento de la misión deberá complementar los procesos de autorización relativos a los aspectos no nucleares y terrestres de la seguridad del lanzamiento. Debe ser parte integrante del proceso de autorización una evaluación independiente de la seguridad (es decir, un examen, independiente de la organización gestora que realice la misión, de la suficiencia y validez del argumento de seguridad). En esta evaluación independiente de la seguridad se deberá tener en cuenta la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio en su integridad - con inclusión de la fuente de energía nuclear en el espacio, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el plan de misión, la reglas de vuelo, y otros elementos pertinentes - al estimar el riesgo que plantean para las personas y el medio ambiente las distintas fases de lanzamiento, funcionamiento y disposición al final del servicio de la misión espacial.

3.4. Grado de preparación y respuesta en casos de emergencia

Se deben realizar preparativos para responder a posibles accidentes con fuentes de energía nuclear en el espacio.

Los gobiernos y las organizaciones intergubernamentales internacionales competentes encargadas de autorizar, aprobar, o llevar a cabo la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio deben estar preparados para responder con rapidez a accidentes en el lanzamiento y durante la misión que puedan provocar la exposición de personas a la radiación y la contaminación radiactiva del medio ambiente terrestre. Entre las actividades de preparación figuran la planificación para emergencias, la elaboración de procedimientos, la capacitación, los ejercicios simulados, y la concepción de notificaciones de posibles accidentes. Los planes de respuesta a accidentes deben concebirse de manera que limiten, en la medida de lo posible, la contaminación radiactiva y la exposición a la radiación.

4. Elementos de administración

En la presente sección se brinda orientación para la administración de las organizaciones que utilizan fuentes de energía nuclear en el espacio. En el contexto del marco, la administración debe cumplir las políticas, prescripciones y procesos gubernamentales e intergubernamentales pertinentes para alcanzar el objetivo fundamental de seguridad. Las funciones de administración incluyen asumir la responsabilidad principal de la seguridad y crear una firme cultura de seguridad en la organización.

4.1. Responsabilidad de la seguridad

La responsabilidad principal de la seguridad debe recaer en la organización que realice la misión con fuentes de energía nuclear en el espacio.

La organización que realiza la misión con fuentes de energía nuclear en el espacio tiene la responsabilidad principal de la seguridad. Dicha organización debe incluir a todos los participantes pertinentes en la misión (por ejemplo, el proveedor de la nave espacial, el proveedor del vehículo de lanzamiento, el proveedor de la fuente de energía nuclear, el polígono de lanzamiento, etc.), o establecer arreglos formales con ellos, para cumplir las prescripciones de seguridad establecidas para la aplicación de la fuente de energía nuclear en el espacio.

Entre las responsabilidades de seguridad específicas de la administración debe figurar las siguientes:

- Establecer y mantener las competencias técnicas necesarias;
- Facilitar capacitación e información adecuadas a todos los participantes pertinentes;
- Establecer procedimientos para promover la seguridad en todas las condiciones razonablemente previsibles;
- Elaborar prescripciones de seguridad específicas, según corresponda, para las misiones en las que se utilicen fuentes de energía nuclear en el espacio;
- Realizar y documentar ensayos y análisis de seguridad como aportación al proceso gubernamental de autorización del lanzamiento de la misión;
- Tener en cuenta las opiniones contrarias solventes sobre cuestiones de seguridad; y
- Facilitar información fidedigna y oportuna al público.

4.2. Dirección y gestión al servicio de la seguridad

Deben establecerse y mantenerse en la organización que realice la misión con fuentes de energía nuclear en el espacio una dirección y gestión eficaces al servicio de la seguridad.

El papel directivo en cuestiones de seguridad debe demostrarse en los más altos niveles de la organización que realiza la misión. La gestión de la seguridad debe integrarse en la gestión global de la misión. La administración debe elaborar, aplicar y mantener una cultura de seguridad que garantice la seguridad y cumpla las prescripciones del proceso gubernamental de autorización del lanzamiento de la misión.

La cultura de seguridad debe incluir los siguientes aspectos:

- Líneas de autoridad, responsabilidad, y comunicación bien definidas;
- Retroinformación activa y perfeccionamiento continuo;
- El compromiso personal y colectivo con la seguridad en todos los niveles de la organización;

- Obligación de rendir cuentas en materia de seguridad por parte de la organización y de las personas a todos los niveles;
- Una actitud crítica y dispuesta a aprender que desaliente la autocomplacencia en cuestiones de seguridad.

5. Elementos técnicos

En esta sección se presenta la orientación técnica del marco relativa a las fases de diseño, desarrollo y misión de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio necesaria para alcanzar el objetivo de seguridad. Se especifican directrices en cuatro esferas fundamentales para las organizaciones que intervienen en la realización de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio:

- Establecer y mantener una capacidad de diseño, ensayo y análisis en materia de seguridad nuclear;
- Aplicar esta capacidad en los procesos de diseño, calificación y autorización del lanzamiento de la misión de la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio (es decir, fuente de energía nuclear en el espacio, nave espacial, sistema de lanzamiento, diseño de la misión, y reglas de vuelo);
- Evaluar los riesgos de radiación para las personas y el medio ambiente derivados de posibles accidentes y garantizar que el riesgo sea el más bajo que pueda razonablemente alcanzarse; y
- Adoptar medidas para gestionar las consecuencias de posibles accidentes.

5.1. Competencia técnica en seguridad nuclear

Debe establecerse y mantenerse competencia técnica en seguridad nuclear para aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio.

Es fundamental contar con competencia técnica en seguridad nuclear para alcanzar el objetivo de seguridad. Desde el primer momento de desarrollo de una aplicación de una fuente de energía nuclear en el espacio, la organización o las organizaciones que lleven a cabo las aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio deberán establecer, con arreglo a sus competencias, capacidades de diseño, ensayo y análisis, con inclusión de personas cualificadas e instalaciones, como corresponda. Dichas capacidades se deberán mantener durante la duración de las fases pertinentes de las misiones con fuentes de energía nuclear.

La competencia de seguridad nuclear debe incluir la capacidad de:

- Definir hipótesis de accidentes de aplicaciones de fuentes de energía nuclear en el espacio, y sus probabilidades estimadas, con rigurosidad;
- Caracterizar los entornos físicos a los que podrían estar expuestos la fuente de energía nuclear en el espacio y sus componentes en condiciones normales, así como posibles accidentes;
- Evaluar las posibles consecuencias para las personas y el medio ambiente de los posibles accidentes; y

- Concretar y evaluar características de seguridad inherentes y de ingeniería para reducir el riesgo de posibles accidentes para las personas y el medio ambiente.

5.2. Seguridad en el diseño y el desarrollo

Los procesos de diseño y desarrollo deben aportar el nivel más alto de seguridad que pueda razonablemente alcanzarse.

El enfoque básico para cumplir el objetivo de seguridad debe consistir en reducir los riesgos derivados de operaciones normales y posibles accidentes al nivel más bajo que pueda razonablemente alcanzarse, estableciendo para ello procesos de diseño y desarrollo que incorporen consideraciones de seguridad en el contexto de toda la aplicación de la fuente de energía nuclear en el espacio (es decir, la fuente de energía nuclear en el espacio, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el diseño de la misión, y las reglas de vuelo). Desde las primeras etapas de diseño y desarrollo, así como en todas las fases de la misión, debe tenerse en cuenta la seguridad nuclear y radiológica. Los procesos de diseño y desarrollo deben:

- Incorporar las lecciones aprendidas de experiencias anteriores;
- Evaluar e implantar características y controles que:
 - o Reduzcan la probabilidad de posibles accidentes que pudieran descargar material radiactivo, y
 - o Reducir la magnitud de posibles descargas y sus consecuencias potenciales;
- Verificar y validar características y controles de seguridad de diseño mediante ensayos y análisis, según proceda;
- Utilizar el análisis de riesgos para evaluar la eficacia de las características y controles de diseño y aportar información al proceso de diseño; y
- Utilizar exámenes del diseño para facilitar garantías para la seguridad del diseño.

5.3. Evaluación de los riesgos

Deben llevarse a cabo evaluaciones de los riesgos para caracterizar los riesgos radiológicos para las personas y el medio ambiente.

Deben evaluarse los riesgos radiológicos para las personas y el medio ambiente derivados de posibles accidentes durante el lanzamiento y la utilización de fuentes de energía nuclear en el espacio y deben cuantificarse las incertidumbres en la medida de lo posible. Las evaluaciones del riesgo son un elemento integrante del proceso gubernamental de autorización de la misión.

5.4. Mitigación de las consecuencias de accidentes

Deben adoptarse todas las medidas prácticas necesarias para mitigar las consecuencias de posibles accidentes.

Como parte del proceso de seguridad para la aplicación de fuentes de energía nuclear en el espacio, deben evaluarse medidas para mitigar las consecuencias de accidentes que puedan entrañar la descarga de material radiactivo y de radiación al medio ambiente de la Tierra. Las organizaciones competentes deben adoptar medidas a su debido tiempo para mitigar las consecuencias de posibles accidentes, entre ellas:

- Formular e implantar planes de emergencia para interrumpir secuencias de accidentes que podrían dar lugar a riesgos radiológicos;
- Determinar si se ha producido una descarga de material radiactivo;
- Caracterizar la ubicación y la índole de la descarga de material radiactivo;
- Caracterizar las zonas contaminadas por materiales radiactivos;
- Limitar la exposición de grupos de población mediante la ejecución de medidas de protección en las zonas afectadas; y
- Facilitar información a los gobiernos, organizaciones y entidades pertinentes en las zonas afectadas por el accidente.

6. Glosario de terminología

En la presente sección figura un glosario de términos que son exclusivos de la seguridad de las fuentes de energía nuclear en el espacio.

Lanzamiento - Una serie de acciones en el polígono de lanzamiento que dan por resultado la colocación de una nave espacial en una órbita o trayectoria de vuelo predeterminada.

Fase de lanzamiento - El plazo de tiempo en el que se desarrollan las siguientes actividades: los preparativos previos al lanzamiento en el polígono de lanzamiento, el despegue, la ascensión, el funcionamiento de las etapas superiores (o impulsoras), el despliegue de la carga útil y cualquier otra acción vinculada con la colocación de una nave espacial en una órbita o trayectoria de vuelo predeterminada.

Vehículo de lanzamiento - Todo vehículo propulsor que incluya etapas superiores (o impulsoras) construido para colocar una carga útil en el espacio.

Sistema de lanzamiento - El vehículo de lanzamiento, la infraestructura del polígono de lanzamiento, las instalaciones de apoyo, el equipo, y los procedimientos necesarios para lanzar una carga útil al espacio.

Autorización de la misión - [SE PRESENTARÁ LA DEFINICIÓN]

Fuente de energía nuclear en el espacio - Un aparato que utiliza radioisótopos o un reactor nuclear para la generación de energía eléctrica, calefacción, o propulsión en una aplicación espacial.

Aplicación de fuente de energía nuclear en el espacio- El sistema completo de elementos (es decir, la fuente de energía nuclear en el espacio, la nave espacial, el sistema de lanzamiento, el plan de misión, las reglas de vuelo, etc.) que intervienen en la realización de una misión espacial con una fuente de energía nuclear en el espacio.
